



关于钻探设备轻便化 配套问题(下)

二 关于动力机的选型问题

目前岩心钻探用的动力机大部分为柴油机或电动机。根据钻探设备工作的特点,对动力机提出的要求是:①体积小,重量轻,便于搬迁;②起动性能好;③有较大超载能力;④在最大扭矩以内,特性柔和;⑤工作可靠,操作简单。

从我国情况看,凡有电源的勘探队多采用电动机。对地质勘探用柴油机的研制也有一定进展。衡阳探矿机械厂已生产若干种适于地质勘探用的,具有马力大、体积小、重量轻、油耗少等优点的新型柴油机,如2105、4105和X8V105型,其比重量已接近于电动机。电动机的比重量约为10公斤/马力。

国外生产的岩心钻机虽然标明可以任选动力机,但从使用情况看,近些年来较明显的趋势是采用柴油机,主要原因是柴油机比汽油机经济得多。据加拿大的现场使用经验,柴油机具有下列优点:在整个使用期内可在额定功率下运转,低速时有较大的扭矩,有很好的怠速性;在高山区使用时,海拔高度每升高300米,汽油机效率降低3%,而柴油机只降2%;柴油消耗量比汽油少,而且储运安全;由于燃烧完全,排出的废气中一氧化碳含量很少。但柴油机也有其不足之处,在低功率下运转,如钻进软岩层时,容易积碳;重量比汽油机重1/3。因此,新近出现的,比重量小的一种新机型—转子发动机就必然会引起钻探界的注意。1976年,加拿大从事研究轻便钻探设备的麦肯齐采矿顾问公司就有人提出过关于采用转子发动机的问题。实际上,澳大利亚S.S.I公司生产的Jacro-100型动力头式轻便岩心钻机就已

配用了旺克尔转子发动机,功率为10马力,重量157公斤。

所谓转子发动机,也是一种内燃机,它区别于往复的基本特点是,活塞不作往复运动而只作单向旋转运动。它一方面由于摆脱了往复运动的惯性力而利于高转速,另一方面又能在一定程度上保持往复内燃机的经济性。因而它的出现是内燃机在结构上的重大技术改革。从目前研制的情况来看,转子发动机具有如下一些优点:

1.比重量小,升功率高,体积小。比重量可小至0.8~1.2公斤/马力,相当于往复式的50~60%(比低速往复式柴油机则小得多);升功率一般比往复式大60%,在110马力/升以上;外形尺寸比往复式的小得多。

2.结构简单,零件少。与同功率的往复式相比,零件总数减少40%,运动件减少60%左右。

3.运转平稳,不存在高速振动问题。

4.在有专用设备条件下,加工工艺并不复杂。

5.装拆方便,易于维修。

转子发动机用作地质钻探设备的动力机,有它突出的优点,但目前仍存在一些问题:

1.低速性能较差。在低速工作时,扭矩下降很快,燃料消耗偏高。从目前研究工作的进展来看,这一问题是可以解决的。日本曾对转子发动机的进排气系统作了一些改进,低速扭矩有所提高。据称,其它还有不少可改进的余地。

2.工作寿命尚逊于往复式发动机。

3.关于燃用柴油问题。目前处于样机试验阶段。众所周知,采用柴油作燃料可以达到很高的燃油经济性,而且可以获得良好的

扭矩适应性。加上转子发动机本身所固有的重量轻、体积小等优点,对地质钻探工作来说,无疑是一种很有实用价值的动力机型。

我国是在1960年前后开始研制转子发动机的。目前有关单位研制的转子发动机,有燃用汽油的,也有燃用柴油的,有水冷式的,也有风冷式的。有些样机在升功率等技术指标上已达到相当水平。

三 关于减轻钻杆重量问题

从地质勘探工作的发展趋势看,钻孔越来越深,钻杆柱越来越重。例如南非钻成世界上最深的小口径钻孔,深达4572米,钻杆柱总重达37吨。另外,钻孔太深了,钻杆柱的强度将难于支持其本身的重量。加拿大曾用BWY合金钢钻杆钻进至2400米,钻杆柱静重就有26吨,使钻杆柱伸长了1.5米。因此,减轻钻杆重量已成为钻探施工中的一大课题。目前减轻钻杆柱重量的措施有:一是采用轻合金钻杆;二是采用焊接接头薄壁钻杆;三是采用组合式钻杆柱。

轻合金钻杆的最大优点在于比重轻,可提高现有钻机能力约50%;铝具有吸振性,为孕镶金刚石钻头钻进向更高转速发展提供了条件;此外,对深孔高转速钻进可以减少功率消耗。近若干年来,由于孕镶金刚石钻头的推广,在一些文献中有人建议将金刚石钻头的元周速度提高到5米/秒,并研究使金刚石钻头元周速度达到10米/秒以上,这样可以提高机械钻速。但是,提高钻具转速势必大大增加钻机的功率消耗。国外有人做过专门的研究,用直径42、44、50和55毫米的钢钻杆和直径54毫米的轻合金钻杆进行了对比试验,钻孔深度100、200米,转速2600转/分,钻压1200公斤,使用乳化冲洗液。实验证明,钻杆直径从50~55毫米减小到42~44毫米,功率消耗降低34~50%,大致成立方关系;采用轻合金钻杆功率消耗比采用钢钻杆降低37.5~41%。

瑞典自1967年开始采用铝合金钻杆。目前90%的岩心钻探工作是用孕镶钻头,薄壁岩心管和铝钻杆来完成的。所生产的铝钻杆外径为33.5、43.2和53.3毫米,每米重量相应为1.5、2和3公斤,长度为500、1500、

3000毫米。每根铝钻杆两端配高碳钢制的公母接头。据说瑞典使用铝钻杆钻进到1350~1500米深已有丰富经验。

苏联在金刚石钻进中也推广了ЛБТН—54型轻合金钻杆,材质为Д16Т铝合金,外径54毫米,壁厚9毫米,每米重4.4公斤,接头用40XH钢制造。曾用这种钻杆试钻了10个孔,总进尺7360米,最大孔深1260米,钻杆平均寿命3290小时(纯钻)。试验期间损坏了70根钻杆,其中外径磨损6根,螺纹断裂4根,拧管机拧坏螺纹8根,其余因遇到井故(井斜、下偏心楔)而遭到损坏。试钻结果表明,提高机械钻速13~32%,增加四次进尺6~13%,减少升降作业时间11~15%。这种铝合金钻杆已于1974年投入成批生产。1975年产量达到85吨。

加拿大、美国在轻便钻机上也配用轻合金钻杆。加拿大Winkie型钻机配的E规格($\Phi 33.5$ 毫米)镁铝合金钻杆,重量只有钢钻杆的1/4,钻进孔深150米。美国在爆破孔钻进等需要人工换钻杆的场合也采用了铝合金钻杆,是用优质高强度铝管制的,配以经过热处理的4145合金钢接头。

由于金刚石钻进技术的发展,有些国家也采用了薄壁钻杆。美国与加拿大于1965年共同制订的W系列钻杆,壁厚均为4毫米,平均节约金属材料30%,每米重量比旧系列减轻1~1.5公斤。薄壁钻杆关键在于接头的焊接。目前,美国、瑞典等都在研究有关技术。瑞典曾试验过3毫米厚的薄壁钻杆,两端用CO₂气体保护电弧焊机将接头焊上,薄壁管的材料选用抗张强度为80公斤/厘米²,屈服强度达64公斤/厘米²的钢材。但试验结果表明,刚性差,易弯曲。

为了配合薄壁钻杆的使用,最近加拿大波伊尔公司生产了一种九个卡瓦的第二代液压卡盘,可以避免薄壁钻杆被卡紧时发生变形。

随着普查找矿工作的进展,需要钻进一些较深的钻孔。四十年代初,波伊尔公司用一台BBS—4型钻机,BX($\Phi 54$ 毫米)和AX($\Phi 44.4$ 毫米)规格钻杆组成钻杆柱,钻成了一个1740米的深孔,创当年加拿大最深钻孔记录。1962年,Heath and Sherwood

钻探公司用同样钻机钻深达2283米，其钻杆柱是用450米BX规格钻杆和1833米AX规格钻杆组成的。为了使用更加机动而成本较低的钻探设备钻进更深的钻孔，经过多年野外现场试验，该公司终于成功地采用轻合金钻杆和BWY规格的钢钻杆组合成的钻杆柱钻进深孔。与常规的BWY钢钻杆柱相比，单是重量就减轻了50%以上。另外，用一台以BX钢钻杆柱钻进时额定钻进能力为1500米的钻机，配用重量轻的组合式BX钻杆柱，已成功地钻了许多深度超过2100米的钻孔。据估计，用这种组合式钻杆可以钻进到3000米的深度。

四 关于钻塔的轻便化趋势

在整套钻探设备中，钻塔的重量也占了相当比重。尤其在拆装、运输方面耗用大量人力物力。随着动力头式全液压钻机的出现，绳索取心技术的推广以及为了便于用飞机搬运钻探设备，有些新型钻机如托拉姆2×20、泰美克系列钻机等，已取消了钻塔；有些新型钻机如J.K.S 500，钻进浅孔时，靠油缸升降钻具，只带钻杆支架，而钻进深孔时，则另安轻便管子三脚架，仍用绞车升降钻具；但有些新型钻机则倾向于保留有塔升降钻具，如HC—150型钻机，其桅杆是用方形断面的钢管制成的箱形断面桁架结构，具有较大的强度重量比，可分节拆装，一节长3.05米，可两节或三节安装在一起组成不同高度的桅杆。

在钻塔的材质上也有采用轻合金的苗头。澳大利亚S.S.I公司生产的Jacro—100特轻型岩心钻机配用全铝合金管制的三脚架，两节组装在一起，高3.5米，可提升3米长的立根，钻机钻进能力为30米。加拿大J.K.Smit and Sons公司也生产一种配小型钻机用的铝镁合金三脚架，可提升90米E规格(Φ33.5毫米)钢钻杆，起重能力约380公斤。此外，在钻探施工中已广泛采用了大型铝合金钻塔或桅杆。据报道，1975年加拿大金剛石钻探公司完成了90多万米地表钻探工作量和为国外采矿业完成了数千米钻探工作量。为了便于用直升飞机搬运钻探设备，大部分钻探工作，尤其是在难行和边远地区

的钻探工作，都是靠配有铝合金桅杆的钻机来完成的。这种重量轻的铝合金桅杆十分有利于加快现场的拆、迁、安装时间。1971年加拿大长年公司一个四人钻探组在西班牙和葡萄牙交界处钻进高硅化岩层时，使用配有铝合金桅杆的钻机，在三个月内即完成了2700米的岩心钻探工作量。

我国有关单位在轻便钻塔的设计方面也做过一些工作。张家口探矿机械厂和勘探技术研究所设计的SG18和SG23管型钻塔，最大使用载荷为20吨，重量分别为2562和3677公斤，比同规格的老式角钢钻塔重量相应减轻638和2523公斤。湖南省地质局四〇二队试制的轻型角钢钻塔重2500公斤，配有轻便天车(重约180公斤，比老天车重量减轻40%)、管子钻棚和竹质地板。中南冶金地质勘探公司1966年设计成复合式两脚钻塔，最大负荷能力20吨，重仅1.6吨。值得提出的是，北京251厂与青海省地质科学研究所研制成功玻璃钢天车，用于SG18型钻塔，重量大为减轻。金属天车组总重95公斤，玻璃钢天车组总重只有36.5公斤。

* * *

小口径金刚石钻探技术为钻探设备轻便化提供了前提条件。地质勘探工作的发展势必要求解决钻探设备轻便化问题。从国内外当前的发展概况来看，除了在结构设计上进行革新(如动力头式全液压钻机，转子发动机，螺杆泥浆泵，液压泥浆泵，以及采用方形断面钢管设计的模式桅杆等)以外，解决钻探设备轻便化问题另一重要途径就是采用轻质材料。轻金属在钻探设备方面的应用已经有了很好的进展。特别是铝合金已被用于制造泥浆泵和钻机的某些零件，三脚架，桅杆，帐篷架，钻杆和岩心箱等等。铝合金帐篷架与铝合金岩心箱在加拿大已广泛应用。使用效果表明，用铝合金管制成的帐篷架结构轻巧，可在十分钟内架设起来，装运方便。用铝板压制成的岩心箱(也叫岩心托盘)重量只有木质岩心箱的1/3，而且存放体积小得多。至于工程塑料的应用，1959年苏联地质保矿部中央设计局开始研究塑料在地质勘探装备上的应用，包括轴套、阀门、

防护盖、齿轮、油封、制动装置、管子接头等等。曾在3ИФ—300型钻机上进行了试验。美国用聚氨基甲酸乙酯制造钻井泥浆泵的活塞，据说寿命可提高54%。美国还生产一种聚乙烯波纹板岩心箱，重量与目前使用的纸板岩心箱一样，但强度大好几倍，且绝

对防水，耐温-50~140°F，箱顶部和侧面可预先印上标记，供识别和检索。1977年10月在英国伯明翰举行的国际采矿展览会上展出一台手持式液压凿岩机，机体是用优质玻璃纤维做的，总重只有13公斤。

(光 鹿)

我国最古老的地层之一——早太古代鞍山群

中国科学院贵阳地化所 肖仲洋



六十年代以来，世界各大洲前寒武纪地盾出露区均发现了老于30亿年的外地壳岩石。鞍山地区鞍山群的等时线年龄证明，我国也确实存在老于30亿年的外地壳岩石，只是迄今未见公开报道。现将早太古代鞍山群分

析原始数据列如下表：
以 Pb^{206}/Pb^{204} 为横坐标，以 Pb^{207}/Pb^{204} 为纵坐标作图，获得一线性程度较好的等时线（见图），斜率为

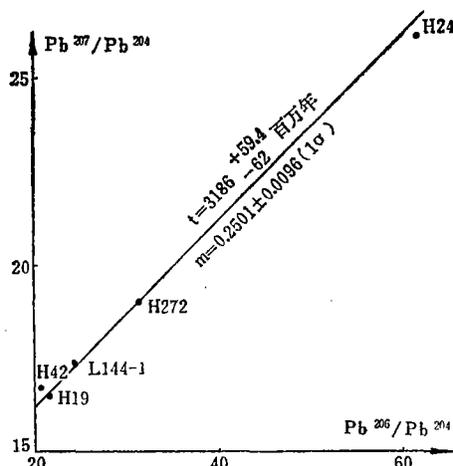
$0.2501 \pm 0.096 (1\sigma)$ ，相应的等时线年龄为 3186 ± 59.4 百万年（采用常数： $\lambda = 0.155125 \times 10^{-6}/\text{年}$ ， $\lambda_{235} = 0.98485 \times 10^{-9}/\text{年}$ ， $U^{238}/U^{235} = 137.88$ ）。
该Pb—Pb等时线年龄可能反映了鞍山群的第一次区域变质年代或第一次混合岩化的时代，亦即控制了鞍山群沉积年龄的上限。如果在区域变质和混合岩化过程中保持了U—Pb封闭系统，且未发生铅同位素分馏作用，则该等时线年龄也可能代表了鞍山群一个沉积年龄。不管是哪种情况，鞍山群的沉积年龄均大于30亿年。因此，它是我国目前有同位素年龄测定的最古老地层之一，鞍山式铁矿也是我国最古老的沉积铁矿之一。清源地区鞍山群花岗岩混

析原始数据列如下表：

以 Pb^{206}/Pb^{204} 为横坐标，以 Pb^{207}/Pb^{204} 为纵坐标作图，获得一线性程度较好的等时线（见图），斜率为

样号	岩石名称	产地	Pb^{206}/Pb^{204}	Pb^{207}/Pb^{204}	Pb^{208}/Pb^{204}	采样人
H24	白云母石英片岩	弓长岭一矿区8号孔	61.42	26.18	41.27	于津生、程学志
H272	上混合岩	弓长岭一矿区303号孔	31.48	19.05	43.71	"
L144-1	伟晶状混合岩	东小寺北山	24.29	17.46	38.55	李璞等
H19	磁铁石英岩	弓长岭一矿区8号孔	21.63	16.52	42.885	于津生、程学志
H42	石榴黑云角闪石英片岩	"	20.70	16.74	39.08	"

分析者：中国科学院地质研究所，1965。



鞍山群变质岩和混合岩的Pb—Pb等时线图

合岩中黑云母的K—Ar年龄（2819百万年， $\lambda_k = 0.585 \times 10^{-10}/\text{年}$ ，原桂林冶金地质研究所分析，1974）则可能反映混合岩化后黑云母中K—Ar系统封闭的时间。鞍山群中方铅矿的普通铅年龄 $Pb^{206}/Pb^{204} = 2770$ 百万年， $Pb^{207}/Pb^{204} = 2880$ 百万年， $Pb^{208}/Pb^{204} = 2450$ 百万年（ $\mu = 8.89$ ， $\omega = 35.55$ ， $(Pb^{206}/Pb^{204})_n = 18.16$ ， $(Pb^{207}/Pb^{204})_n = 15.75$ ， $(Pb^{208}/Pb^{204})_n = 39.06$ ；北京三所分析），也与该Pb—Pb等时线年龄基本一致。

与鞍山群在时代上可能相当的地层在燕山地区为迁西群，其中产有迁安式铁矿。虽然迁西群的变质程度为麻粒岩相而鞍山地区鞍山群一般变质程度只达角闪岩相，但在原岩岩性上二者是近似的；其共同点之一是都没有碳酸盐岩层出现。国外与鞍山群在时代上可能相当的地层有阿尔丹地盾的英戈尔群和南部非洲的斯威士兰系；后二者中均产有条带状铁矿。斯威士兰系中还发现有微古植物化石和有机炭，我国鞍山群含铁岩层中也发现了似细菌化石。